

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Inductive displacement sensor with an air coil and a core plunging into the air coil, the in each case instantaneous length of engagement of which is to be sensed**

Patent Number: DE3102439  
Publication date: 1982-08-05  
Inventor(s):  
Applicant(s): CONTIS ELECTRONISCHE CONTROLIN (DE)  
Requested Patent: ☐ DE3102439  
Application Number: DE19813102439 19810126  
Priority Number(s): DE19813102439 19810126  
IPC Classification: G01D5/20; G01B7/02  
EC Classification: G01D5/22B1  
Equivalents: ☐ JP58032114

---

**Abstract**

---

The invention relates to an inductive displacement sensor having two magnetic circuits which are largely decoupled from one another, of which a core controlling the in each case electromagnetically effective length of displacement determines the ratio of inductances of the magnetic circuits in at least one circuit and the ratio of inductances is preferably determined by measuring the frequency ratio between two oscillator frequencies, the inductances of the magnetic circuits in each case being connected, largely decoupled from one another, in a frequency determining manner in an oscillator. The sensor according to the invention senses in a directly integrating manner and the core to be sensed must not be tightly enclosed by the coil. The sensor is therefore particularly suitable for directly sensing floating bodies.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
11 **DE 31 02 439 A 1**

51 Int. Cl. 3:  
**G01 D 5/20**  
G 01 B 7/02

21 Aktenzeichen:  
22 Anmeldetag:  
23 Offenlegungstag:

P 31 02 439 A-52  
28. 1. 81  
5. 8. 82

Bearbeitet...

71 Anmelder:

Contis elektronische Controllinstrumente GmbH, 8192  
Geretsried, DE

81 Zusatz in: P 31 31 521.6

72 Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 **Induktiver Weggeber mit einer Luftpule und einem in die Luftpule eintauchenden Kern, dessen jeweils momentane Eintauchtiefe abgetastet werden soll**

Die Erfindung betrifft einen induktiven Weggeber mit zwei voneinander weitgehend entkoppelten magnetischen Kreisen, von denen zumindest in einem ein die jeweils elektromagnetisch wirksame Weglänge steuernder Kern das Induktivitätsverhältnis der magnetischen Kreise bestimmt und das Induktivitätsverhältnis vorzugsweise durch Messung des Frequenzverhältnisses zweier Oszillatorfrequenzen ermittelt wird, wobei die Induktivitäten der magnetischen Kreise voneinander weitgehend entkoppelt jeweils in einen Oszillator frequenzbestimmend geschaltet sind. Der erfindungsgemäße Geber tastet unmittelbar integrierend und der abzutastende Kern muß von der Spule nicht eng umschlossen sein. Der Geber ist daher besonders zur unmittelbaren Abtastung von Schwebekörpern geeignet.

(31 02 439)

DE 31 02 439 A 1

DE 31 02 439 A 1

3102439

P 31 02 439.4

NACHGEREICH

35 100

12. August 1981

Contis Elektronische Controlinstrumente GmbH, Geretsried

P A T E N T A N S P R Ü C H E :

- 1.) Induktiver Weggeber mit
- einer Luftspule und einem in die  
Luftspule eintauchenden Kern, dessen  
jeweils momentane Eintauchtiefe in-  
duktiv abgetastet werden soll, da-  
durch gekennzeichnet,
- a. daß die Induktivität der Luftspule aus zwei elektro-  
magnetisch voneinander entkoppelten Induktivitäten  
durch zwei Luftspulen, die jeweils so angeordnet sind,  
daß sie möglichst gleiche Umgebungstemperatur auf-  
weisen, gebildet wird, und daß der Temperaturkoeffi-  
zient der ersten Spule möglichst dem Temperaturkoeffi-  
zienten der zweiten Spule angenähert ist (bzw. umge-  
kehrt),
- b. daß der in die Luftspule eintauchende Kern, dessen  
jeweils momentane Eintauchtiefe induktiv abgetastet  
werden soll, den Induktivitätswert der ersten Luft-  
spule durch seine jeweils momentane Eintauchtiefe  
steuert, daß der Induktivitätswert der zweiten Luft-  
spule durch einen zweiten Kern, dessen induktivitäts-  
ändernder Temperaturkoeffizient dem Temperaturkoeffi-  
zienten des Kerns der ersten Luftspule angenähert ist  
(bzw. umgekehrt), bestimmt wird, und daß der Kern der  
zweiten Luftspule in einer Eintauchtiefe, die für die  
zweite Luftspule den mittleren Induktivitätswert der  
gesteuerten ersten Luftspule ergibt, fest angeordnet  
ist oder daß der Kern der zweiten Luftspule in einer  
Eintauchtiefe, die für die zweite Luftspule den mitt-  
leren Induktivitätswert der gesteuerten ersten Luft-  
spule als Arbeitspunkt ergibt, synchron zum Kern der  
ersten Luftspule gesteuert ist,

- c. daß die Abtastung der jeweils momentanen Eintauchtiefe des in die Luftspule (erste Luftspule) eintauchenden Kerns durch Messung des Induktivitätsverhältnisses von der ersten und zweiten Luftspule erfolgt.

5

2. Induktiver Weggeber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß erste und zweite Spule jeweils in einen Oszillator geschaltet sind, wobei die Frequenz des ersten Oszillators vom jeweils momentanen Induktivitätswert der in  
10 den Oszillator geschalteten ersten Spule und die Frequenz des zweiten Oszillators vom jeweils momentanen Induktivitätswert der in den Oszillator geschalteten zweiten Spule bestimmt sind, und beide Oszillatorfrequenzen weitgehend  
15 voneinander entkoppelt sind, und daß das Frequenzverhältnis der beiden Oszillatoren als Anzeigewert für die jeweils momentane Eintauchtiefe des in die Luftspule (erste Luftspule) eintauchenden Kerns (erster Kern) ausgekoppelt ist.

- 20 3. Induktiver Weggeber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein gewünschter Funktionsverlauf des Abtastwertes in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe des in die Luftspule (erste Luftspule) eintauchenden Kerns (erster Kern) durch den Querschnittsverlauf des Kerns  
25 (über seine Eintauchlänge) hergestellt ist.

4. Induktiver Weggeber nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern der ersten Luftspule und der Kern der zweiten Luftspule gleichen Querschnittsverlauf über ihre jeweils wirksame Eintauchlänge  
30 haben und daß beide Kerne gleiche elektromagnetische Eigenschaften aufweisen.

5. Induktiver Weggeber nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
35 dadurch gekennzeichnet, daß als Kern ein Blechstreifen (z.B. Mu-Metall) verwendet wird.

3102439

NACHGER.

- 3 -

6. Induktiver Weggeber nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß eine gewünschte Nullpunkteinstellung des Anzeigewertes  
für eine vorgegebene Eintauchtiefe des in die Luftspule ein-  
tauchenden Kerns durch folgende Verfahrensschritte vorge-  
5 nommen wird:
- a. Feststellen des Anzeigewertes für die Eintauchtiefe  
des in die Luftspule eintauchenden Kerns, die den An-  
zeigewert Null aufweisen soll,
- 10 b. Austasten der höheren Frequenz um eine Impulszahl, die  
dem Anzeigewert der Eintauchtiefe des in die Luftspule  
eintauchenden Kerns, die den Anzeigewert Null aufweisen  
soll, entspricht, während der Dauer einer oder des Viel-  
15 fachen einer Periode der niedrigeren Frequenz und
- c. Rücksetzen des Zählvorganges für die Zählung der auszu-  
tastenden Impulszahl zu Beginn der Dauer einer oder des  
Vielfachen einer Periode der niedrigeren Frequenz.  
20 (siehe auch Fig. 3)
7. Induktiver Weggeber nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß eine gewünschte Nullpunkteinstellung des Anzeigewertes  
für eine vorgegebene Eintauchtiefe des in die Luftspule  
25 eintauchenden Kerns durch folgende Verfahrensschritte vor-  
genommen ist:
- a. Feststellen des Anzeigewertes für die Eintauchtiefe des  
in die Luftspule eintauchenden Kerns, die den Anzeige-  
wert Null aufweisen soll,
- 30 b. Austasten der Dauer einer oder des Vielfachen einer  
Periode der niedrigeren Frequenz um die Dauer der Im-  
pulszahl der höheren Frequenz, die dem Anzeigewert  
der Eintauchtiefe des in die Luftspule eintauchenden  
35 Kerns, die den Anzeigewert Null aufweisen soll, ent-  
spricht und

3102439

NACHGERE: 17

- 4 -

c. Rücksetzen des Zählvorganges für die Zählung der Dauer der dem Anzeigewert Null entsprechenden Impulszahl zu Beginn der Dauer einer oder des Vielfachen einer Periode der niedrigeren Frequenz. (siehe auch Fig. 4)

5

8. Induktiver Weggeber nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Luftspule jeweils aus mehreren Luftspulen, die geometrisch zu einer einzigen Spule zusammengefaßt sind (Fig. 5), besteht, und daß die Eintauchtiefe eines in die Luftspulen eintauchenden Kerns festgestellt wird durch aufeinanderfolgendes oder paralleles Abtasten der einzelnen induktiven Kreise.

9. Induktiver Weggeber nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die eine geometrische Einheit bildenden Luftspulen aus einer einzigen mit Anzapfungen versehenen Luftspule hergestellt sind, und daß die Spulenenden einer Multiplexeinrichtung (Fig. 5 A) zugeleitet sind, mit der jede Spule (d.h. jeweils zwei aufeinanderfolgende Anzapfungen der Gesamtspule  $L_1 \dots L_n$  in Fig. 5) auf einen jeweils zwei adressierten Spulenenden gemeinsamen Leitungsbus (bestehend aus zwei Schienen) geschaltet werden kann.

3102439

NACHGERECHT

- 5 -

P 31 02 439.4

35 100

12. August 1981

Contis Elektronische Controlinstrumente GmbH, Geretsried

Induktiver Weggeber mit einer Luftspule und einem in die Luftspule eintauchenden Kern, dessen jeweils momentane Eintauchtiefe induktiv abgetastet werden soll.

5 Vorliegender Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, die momentane Eintauchtiefe eines in eine Luftspule eintauchenden Kerns präzise abzutasten, wobei die Anordnung des magnetischen Kreises einen sehr geringen Temperaturgang aufweisen soll.

10

Die in der Erfindung gestellte Aufgabe wurde durch Anspruch 1 gelöst.

15 In Fig. 1 ist das Prinzip der Erfindung figürlich dargestellt. Zwei magnetisch voneinander entkoppelte Luftspulen (Spule 1 mit L1 bezeichn., Spule 2 mit L2 bezeichn.), die identisch gefertigt sind, werden z.B. in einem gemeinsamen Block vergossen, wodurch sie gleichen Temperaturgang aufweisen.

20

L1 wird durch die Eintauchtiefe ( $\Delta x$ ) ihres Kerns gesteuert, wobei dessen Eintauchtiefe jeweils abgetastet werden soll. L2 ist durch einen Kern, der mit dem der Spule 1 exemplarisch übereinstimmt, festgelegt, wobei der Arbeitspunkt von L2 (Arbeitspunkt betreff. Änderung der Induktivität durch temperaturbedingte Verformung der Spule) 25 gleich dem Arbeitspunkt von L1 für  $\Delta x = 0$  festgelegt ist. Für nichtlineare Funktionen kann der Kern von L2 auf den jeweils symmetrischen Tangentialpunkt der Näherungsgeraden 30 des entsprechenden Mittelwertes von L1 nachgesteuert werden.



Als Kern für L1 und L2 genügt im Prinzip ein einfaches Mu-Metallplättchen, dessen Querschnittsverlauf längs seiner Eintauchlänge jeden beliebigen Funktionsverlauf herstellen kann.

5

Für die Auswertung der Eintauchtiefe des Kerns von L1 ist eine Differenzmessung von  $\frac{L1}{L2}$  oder  $\frac{L2}{L1}$  erforderlich.

Einen einfachen Schaltungsvorschlag hierfür zeigt Fig. 2. L1 und L2 sind als Resonanzspulen in jeweils einen Oszillator OSZ 1 und OSZ 2 geschaltet, deren Frequenzverhältnis als Anzeigewert genommen wird.

10

Zu beachten ist, daß eine Kompensation des Temperaturganges der Spulenordnung bei Verwendung des in Fig. 2 gezeigten Schaltungsvorschlages nur möglich ist, wenn beide Oszillatoren OSZ 1 und OSZ 2 auch tatsächlich auf der Resonanzfrequenz schwingen, da sonst der Kupferfehler eine Nichtlinearität der Anordnung verursacht. Das gleiche gilt für die Temperaturabhängigkeit des Phasenganges der gesamten Schwingschaltung.

15

20

Fig. 3 und Fig. 4 zeigen Vorschläge für eine elektronische Nullpunkteinstellung bei Verwendung einer Schaltung nach Fig. 2.

25

In der in Fig. 3 gezeigten Schaltung wird die durch die Induktivität der gesteuerten Spule L1 erzeugte Impulszahl für eine Periode bzw. ein Vielfaches der Periode der von L2 erzeugten Impulszahl gemessen. Das Anzeigeergebnis ist daher proportional dem Wert  $\frac{1}{L1}$ , da die Frequenzänderung mit  $\frac{1}{L1}$  und die Induktivitätsänderung mit  $L1^2$  in die Anordnung eingeht. Als Anzeigewert wird also f1 innerhalb tz von f2 gemessen, wobei  $tz \sim \frac{1}{f2}$ . Mit dem Teiler zf1 wird diejenige Zahl von Impulsen von f1 unterdrückt, die im gewünschten Nullpunkt mit einer Anordnung nach Fig. 2

30

35

(ohne Impulsunterdrückung) gemessen wird. Die Rückstellung von  $zf1$  erfolgt jeweils zu Beginn der Meßzeit  $t_z$  (durch  $\overline{TR}$ ).

- 5 In der in Fig. 4 gezeigten Schaltung wird die durch die Induktivität der gesteuerten Spule  $L1$  erzeugte Impulsdauer durch die von  $L2$  erzeugte Impulszahl gemessen. Das Anzeigeergebnis ist daher proportional dem Wert  $L1$ , da die Zeitänderung mit  $\sqrt{L1}$  und die Induktivitätsänderung mit  $L1^2$  in die Anordnung eingeht. Als Anzeigewert wird also  $t_z$  durch die Impulszahl von  $f1$  gemessen, wobei  $t_z \sim \frac{1}{f1}$ . Mit dem Teiler  $zf1$  wird dasjenige Zeitintervall der Meßzeit  $t_z$  unterdrückt, in dem die Impulszahl von  $f1$ , mit der im gewünschten Nullpunkt mit einer Anordnung nach Fig. 2 gemessenen Impulszahl übereinstimmt.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung, bei der das erfindungsgemäße Prinzip für eine Spule angewendet wird, deren Länge wesentlich die Länge des verwendeten Kerns überschreitet.

- 20 Zu diesem Zweck sind mehrere Spulen hintereinandergeschaltet ( $L1 \dots L_n$ ), wobei die Länge einer Spule jeweils kürzer als die Kernlänge ist und die Spulen sequentiell abgefragt werden. Für die Auswertung stehen dann Eintauchlängen des Kerns mit zugehöriger Spulenadresse zur Verfügung. Für das erfindungsgemäße Prinzip ist die in Fig. 5 gezeigte Anordnung zweimal vorhanden.

-8-  
Leerseite

3102439 12.08.81

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

31 02 439  
G 01 D 5/20  
28. Januar 1981  
5. August 1982

-M-

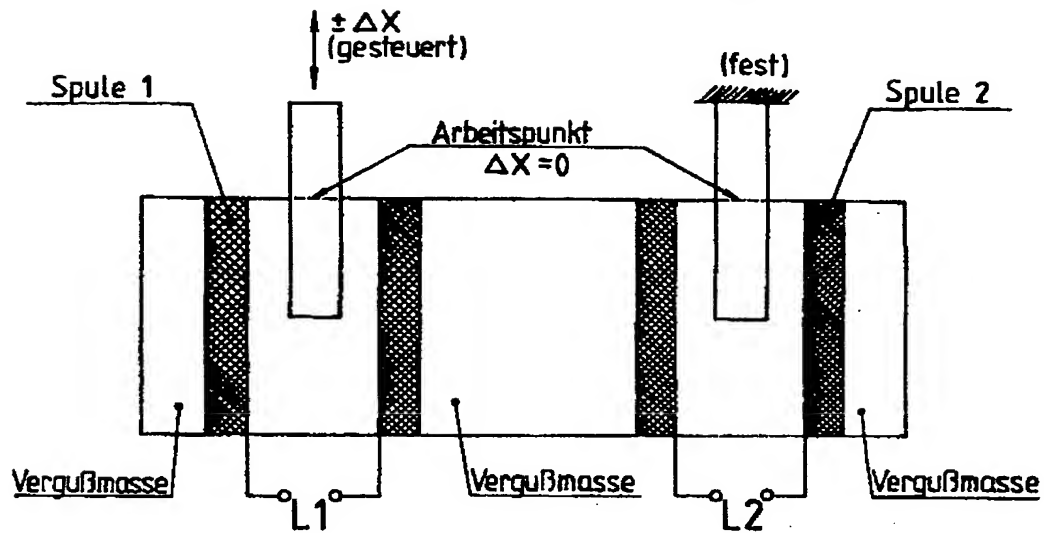


Fig. 1

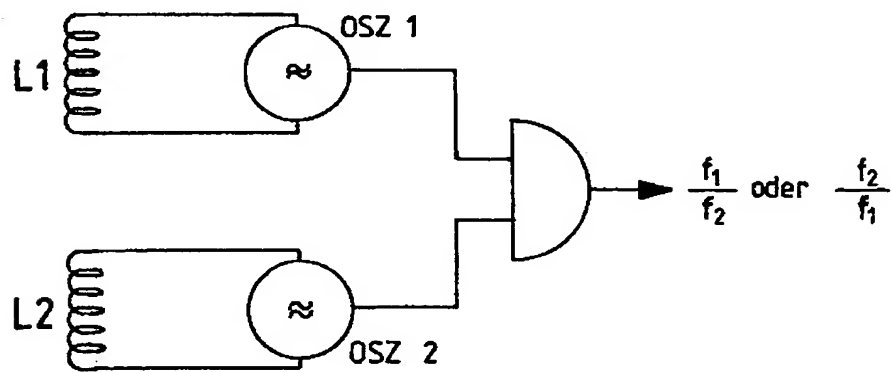


Fig. 2

3102439

NACHGEREICHT

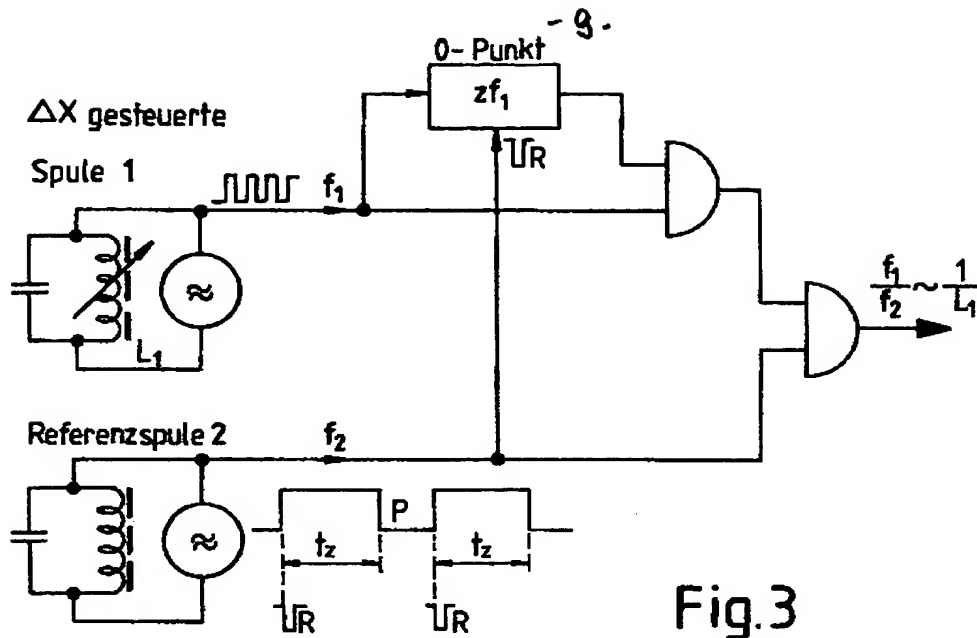


Fig. 3

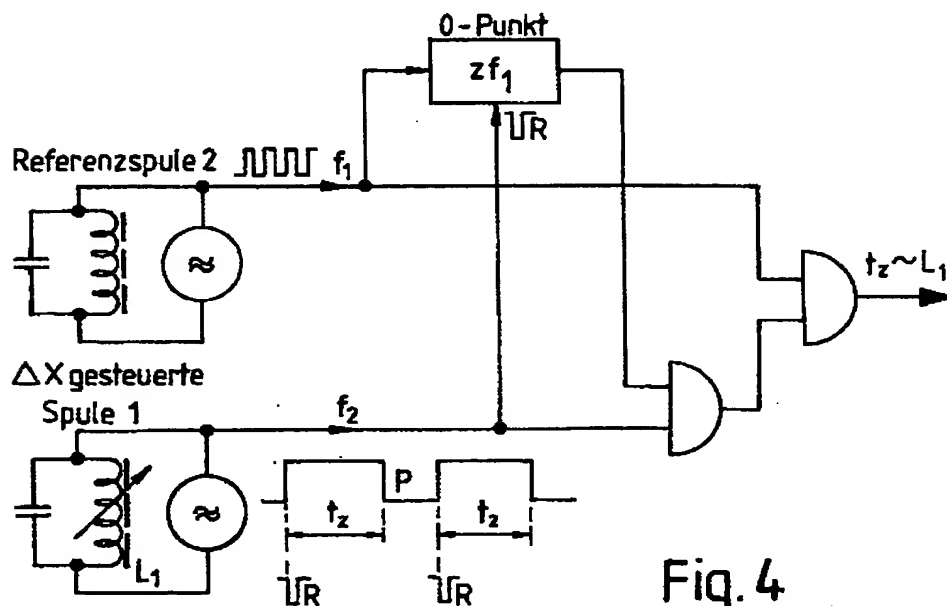


Fig. 4

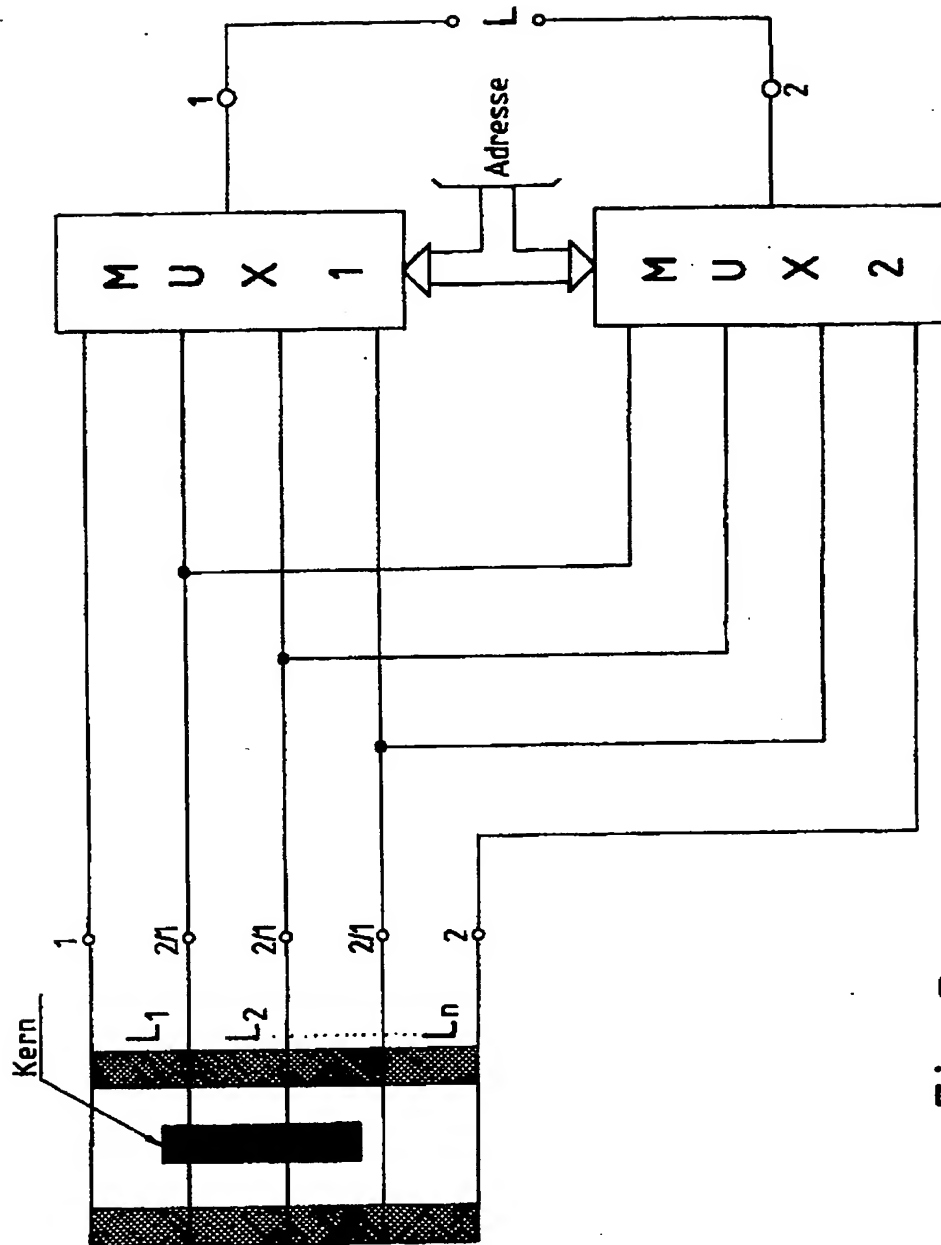


Fig. 5